

контролировать правильность дозирования заполнителя, что существенно уменьшит трудовые затраты на выполнение данной операции и обеспечит своевременное уточнение дозирования компонентов сырьевой смеси для ЦСП и тем самым повышение качества изделий. Следует отметить, что использованный способ ускоренного определения влажности стружки может также оказаться пригодным в производстве и древесностружечных плит для цехового контроля работы сушилок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акодус В.Я., Шишкова И.Я., Косолапова И.В. Ускоренное определение влажности заполнителя из древесины при производстве арболита. - Деревообрабатывающая промышленность, 1979, № 3.
2. Леонтьев Н.А. Техника статистических вычислений. - М., 1966.

УДК 674.816.2

И. М. Якушина, Р. Н. Чепелев  
(Московский лесотехнический институт)

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА УПЛОТНЕНИЯ АРБОЛИТА ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДОМ

Процесс уплотнения арболита ударно-вибрационным методом включает в себя ряд этапов и состоит из разгона ударной части системы и заключительного периода, когда уплотнение арболитовой смеси прекращается. Для расчета и исследования ударно-вибрационного способа уплотнения арболита и выбора оптимальных параметров рабочего органа формовочной установки была предложена расчетная схема механической системы рабочий

орган-пригруз-смесь [1].

Необходимо в этой системе выбрать такое соотношение масс, жесткостей пружин и возмущающей силы, чтобы обеспечить наибольшую скорость уплотнения каделий из арболита, позволяющую получить в нижних слоях уплотняемой смеси сжимающие напряжения, необходимые для достижения требуемой плотности, при минимальной удельной энергоемкости.

С теоретической точки зрения система рабочий орган-пригруз-смесь является нелинейной задачей теории колебаний с кусочно-линейной упругой характеристикой и сводится к нахождению периодического решения системы кусочно-линейных дифференциальных уравнений.

Дифференциальные уравнения движения масс в системе рабочий орган-пригруз-смесь имеют вид:

при  $X_1 \leq X_3$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 X_1}{\partial t^2} &= \left[ F \cos(\omega t) + (M_1 + M_2)g - (R_1 + R_2) \left( \frac{\partial X_1}{\partial t} - \frac{\partial X_3}{\partial t} \right) - \right. \\ &\quad \left. - S_1 (X_1 - X_3 - A_1) - S_2 (X_1 - X_3 - A_2) \right] \frac{1}{M_1 + M_2}; \\ \frac{\partial^2 X_3}{\partial t^2} &= \left[ QX_3 + M_3g - (R_1 + R_2) \left( \frac{\partial X_3}{\partial t} - \frac{\partial X_1}{\partial t} \right) - \right. \\ &\quad \left. - R_3 \frac{\partial X_3}{\partial t} - S_1 (X_3 - X_1 + A_1) - S_2 (X_3 - X_1 + A_2) \right] \frac{1}{M_3}; \end{aligned} \quad (1)$$

при  $X_1 > X_3$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 X_1}{\partial t^2} &= \left[ F \cos(\omega t) - M_1g - R_1 \left( \frac{\partial X_1}{\partial t} - \frac{\partial X_3}{\partial t} \right) - S_1 (X_1 - \right. \\ &\quad \left. - X_3 - A_1) \right] \frac{1}{M_1}; \\ \frac{\partial^2 X_3}{\partial t^2} &= \left[ QX_3 - M_3g - R_1 \left( \frac{\partial X_3}{\partial t} - \frac{\partial X_1}{\partial t} \right) - R_2 \frac{\partial X_3}{\partial t} - S_1 (X_3 - \right. \\ &\quad \left. - X_1 + A_2) \right] \frac{1}{M_3}; \\ X_4 &= X_{40} - \frac{QX_3}{S_4}; \end{aligned}$$

где  $F, \omega$  - амплитуда, угловая частота возмущающей силы рабочего органа;

$M_1, M_2, M_3$  - масса ударной части, ограничителя рабочего органа и пригруза соответственно;

$g$  - ускорение силы тяжести, равное  $9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$S_1, S_2, S_3, S_4$  - коэффициенты упругой жесткости пружин рабочего органа-бойка и наковальни, арболитовой смеси, характеризующие упругие и пластические деформации;

$R_1, R_2, R_3$  - коэффициенты вязкого сопротивления движению ударной части рабочего органа в промежутке между ударами, наковальни в процессе удара и пригруза относительно смеси;

$t$  - время;

$A_1$  - зазор между ударной частью и наковальной рабочего органа;

$A_2$  - длина недеформированной пружины  $S_2$ ;

$A_3$  - длина недеформированной пружины  $S_3$ ;

$X_1, X_3, X_4$  - координаты центров масс ударной части рабочего органа, пригруза и уплотняемой смеси, рассматриваемые как материальные точки;

$QX_3$  - кусочно-линейная характеристика меняет свое выражение в зависимости от степени уплотнения арболита;

$$QX_3 = \begin{cases} 0 & \text{при } X_4 + A_{34} \leq X_3; \\ S_3 (X_4 + A_{34} - X_3) & \text{при } X_4 < X_3 < X_4 + A_{34}; \\ Q_0 + S_4 (X_4 - X_3) & \text{при } X_3 \leq X_4 \text{ и } X_3 \leq 0; \\ Q_0 + S_4 (X_4 - X_3) - 3(X_3 - X_4) & \text{при } X_3 < X_4 + A_{34} \text{ и } X_3 \geq 0. \end{cases} \quad (2)$$

$A_{34}$  - длина пружины  $S_3$ , сжатой пригрузом массой  $M_3$ ;

$$Q_0 = A_{34} \cdot S_3. \quad (3)$$

Переход с одного участка движения на другой определяется из трансцендентных уравнений, которые получаются из решений соответствующих дифференциальных уравнений движения и граничных условий участков. Задача решалась с помощью ЭВМ ЕС-1022, исполь-

вовался метод вычисления производных по формулам Рунге-Кутта четвертого порядка модификации Гилла.

Ранее отмечалось, что с ростом статического давления меняется не только процесс уплотнения, но и условия передачи энергии от ударной части через опорную плиту уплотняемой среде [2].

Нами были проделаны работы по определению оптимальной величины статического давления на арболитовую смесь. Результаты обрабатывали с помощью метода программного определения эмпирических формул на ЭВМ ЕС-1022 с целью установления аналитической зависимости осадки арболитовой смеси от статического давления на нее. Для определения параметров формулы использовался метод выравнивания и способ наименьших квадратов. Применяли две оценки качества приближения формулой: среднее квадратическое отклонение измерений и коэффициент линейной корреляции. Наилучшей и принимаемой за окончательную считали формулу, для которой выравненным значениям переменных соответствовало наибольшее по абсолютной величине значение коэффициента линейной корреляции и минимальное значение среднего квадратического отклонения. Эта зависимость имеет вид:

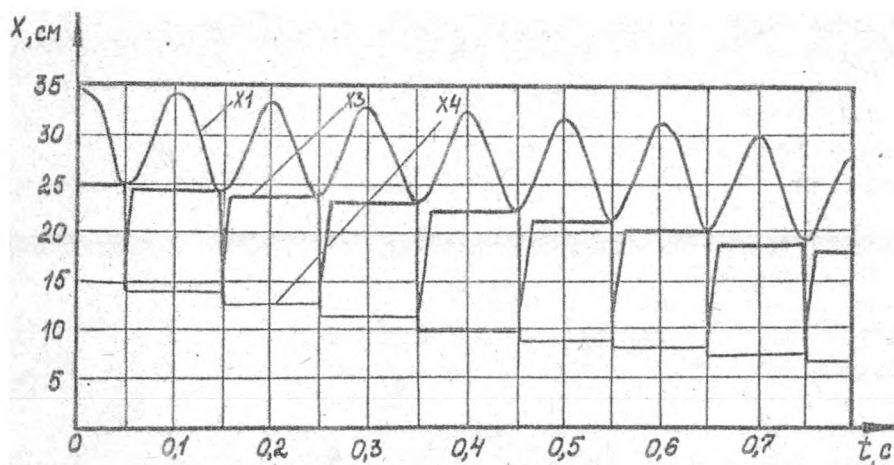
$$\varepsilon = A \ln(P_{ст}) + B, \quad (4)$$

где  $\varepsilon$  - осадка смеси;

$P_{ст}$  - статическое давление на арболитовую смесь;

$A, B$  - коэффициенты формулы, зависят от фракционного состава древесного заполнителя. Для древесного заполнителя с частицами не более 10 мм  $A = 18, 125$ ;  $B = 83, 109$ .

Решение системы уравнений (1) с использованием зависимости (4) позволило рассмотреть режимы работы рабочего органа, позволяющие уплотнить арболитовую смесь за минимальное время. В результате обработки данных получили графическое изображение движения масс рабочего органа, пригрузки и осадки арболитовой смеси (рисунок).



Кривые движения рабочего органа  $X_1$ , пригрузки  $X_3$  и осадки арболитовой смеси  $X_4$

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Якушина И. М., Аплетов С. В., Чепелев Р. Н., Стрельников П. Д. К расчету параметров уплотнения арболитобетонной смеси импульсными нагрузками. - В кн.: Научные труды МЛТИ. - М., 1981 (Междуз. сб., вып. 134).
2. Фейтельман С. А. Взаимодействие трамбующего рабочего органа с уплотняемым грунтом. - Транспортное строительство, 1966, № 3.